

棉花品种区试的同异联系势分析原理与方法

郭瑞林¹, 吕有军¹, 刘亚飞¹, 陈传印²

(1. 安阳工学院生物与食品工程学院, 河南安阳 455000;

2. 河南商丘职业技术学院 476000)

摘要:在模糊综合评判、灰色多维综合评估分析品种区试资料方法的基础上,运用联系数学原理与方法,提出了一种新的综合分析方法—同异联系势分析法。将其应用于棉花品种区域试验分析中,获得了较为客观、合理的分析结果。与此同时,将此法与模糊综合评判、灰色多维综合评估法进行了比较,认为该方法具有运算简便,容易掌握,获取信息量大等优点,能够同时考虑多个性状,更客观、综合分析区试数据。

关键词:棉花;品种;区域试验;同异联系势分析;差异性测验

中图分类号:S562.24 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2006)06-0367-05

The Principle and Method of Analysis of Similarity-difference Connection Trend for Cultivar Regional Test in Cotton

GUO Rui-lin¹, LYU You-jun¹, LIU Ya-fei¹, CHEN Chuan-yin²

(1. Department of Biological and Food Engineering, Anyang Engineering College, Anyang, Henan 455000, China; 2. Henan Shangqiu Vocational and Technical College 476000, China)

Abstract: Based on the analysis method of fuzzy comprehensive evaluation and grey multi-dimension comprehensive evaluation, a kind of new comprehensive analysis method, similarity-difference connection trend analysis was put forward in cultivar regional test by using the principle and method of contact mathematics. Firstly, ascertained the ideal value of various characters; secondly, calculated the similarity-difference degree of each character χ_{ik} to ideal character value χ_{ok} in varieties to be evaluated, and formed similarity-difference degree matrix P; thirdly, according to speciality knowledges and experiences of experts, confirmed the weight matrix W of various characters using layer analysis method or grey relational degree method; fourthly, calculated character connection matrix U of varieties to be evaluated with ideal character set, and worked out the formula of connection degree for various varieties; fifthly, calculated connection trend value, fixed on connection trend of various varieties, and carried through the test of connection trend; sixthly, stipulated remark set E=(Excellence, good, better, common, worse). In term of the principle of golden section, the comprehensive similarity degree was divided into 5 types. Hereby, various varieties were evaluated. Compared with fuzzy comprehensive evaluation and grey multi-dimension comprehensive evaluation method, this method had many advantages such as simple operation, easy control, obtaining more indifferently, considering many characters comprehensively and analyzing the data in cultivar regional test more indifferently etc.

Key words: cotton; variety; regional test; analysis of similarity-difference connection trend; difference test

多年来品种区域试验及其评价方法一直成为 育种家关注的焦点^[1]。方差分析、联合方差分析、

收稿日期:2006-03-21 作者简介:郭瑞林(1960-),男,研究员,grl6662002@yahoo.com.cn

基金项目:国家农业科技成果转化资金项目(02EFN21400396)

稳定性分析等方法^[2],虽然曾发挥过重要作用,但对试验资料的非平衡问题却无能为力。于是,非平衡资料分析法^[3]、滚动式秩次分析法^[4]相继问世。因这两种方法只能分析单一性状,所以在综合评价品种方面便略显不支。为此,模糊综合评判法^[5]、灰色多维综合评估法^[6]、同异分析法^[7]、四元联系数态势排序法^[8]应运而生。尽管它们可以对品种进行多性状综合分析,但对品种之间是否存在明显差异却不能作出圆满解答。有鉴于此,本文运用联系数理论^[9],在以往研究的基础上,提出了同异联系势分析法,试图弥补上述方法之不足,供区试研究人员参考。

1 原理与方法

1.1 同异分析的原理

设有 n 个参试品种, m 个考察性状。各性状的理想指标构成集合 $A = (x_{o1}, x_{o2}, \dots, x_{ok}, \dots, x_{om})$, 某一待评价品种各性状观察值构成集合 $B = (x_{\pi1}, x_{\pi2}, \dots, x_{\pi k}, \dots, x_{\pi m})$ 。则集合 A 与集合 B 组成集对 $H = (A, B)$, 在品种区域试验的问题背景(设为 W)下,对集对 H 中的元素展开分析,则待评价品种第 k 个性状与其理想性状的同一度 a_{ik} 为:

$$a_{ik} = \chi_{ok} / \chi_{\pi k}, (\text{当 } \chi_{\pi k} \geq \chi_{ok} \text{ 时}) \quad (1)$$

$$a_{ik} = \chi_{\pi k} / \chi_{ok}, (\text{当 } \chi_{\pi k} \leq \chi_{ok} \text{ 时}) \quad (2)$$

$$a_{ik} = \chi_{ok} / (\chi_{ok} + |\chi_{ok} / \chi_{\pi k} - 1|), (\text{当 } \chi_{\pi k} \text{ 适中时}) \quad (3)$$

与同一度相对的另一个概念即为差异度,令其为 b_{ik} 。它与同一度以矛盾着的双方共处于集对 H 这个统一体中。由式(1)~(3),不难看出, $0 \leq a_{ik} \leq 1$, 因此,同一度与差异度的关系为:

$$b_{ik} = 1 - a_{ik} \quad (4)$$

$$\mu(w) = a_{ik} + b_{ik} i \quad (5)$$

称(5)为 A, B 两个集合的联系度。规定 i 是在区间 $[-1, 1]$ 内视不同情况确定取值的不确定系数,它是同一度与差异度联系的纽带和桥梁;当 i 取正值时,差异度 b_{ik} 便朝着同一度的方向转化,当 i 取负值时,同一度 a_{ik} 便朝着差异度的方向转化。一般情况下规定其取值 -1 , 以表示 a_{ik} 与 b_{ik} 是相反的两个方面。

在品种综合评价过程中,各个性状有主次之分,不能等量齐观。因此,从专业的角度可以得到各性状的权重矩阵:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_m) \quad (6)$$

据此,可求得待评价品种与理想性状集的联

系矩阵 U :

$$U = P \times W^T \quad (7)$$

U 中的元素 A_l 即第 l 个品种与理想性状集的综合同一度:

$$A_l = \sum_{k=1}^m a_{ik} w_k, (l=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

由此得到综合联系度:

$$\mu_{\text{综}}(w) = A_l + B_l i \quad (9)$$

式中,综合差异度 $B_l = 1 - A_l$ 。 A_l, B_l 两者的大小差别反映了所论 2 个集合在指定问题背景下的同异联系程度。一般地, A_l 越大,表明第 l 个品种接近理想品种的程度越高,表现越好,反之亦然。由此引出如下定义:

定义 1 在联系度 $\mu_{\text{综}}(w)$ 中,当 $b \neq 0$ 时,同一度 A_l 与差异度 B_l 的比值为所论集对 H 中同异关系下的联系势,记为:

$$S(H) = A_l / B_l, \text{当 } B_l \neq 0 \text{ 时} \quad (10)$$

定义 2 在联系度 $\mu_{\text{综}}(w)$ 中,若 $A_l / B_l > 1$, 则称这时的联系势为所论集对 H 中同异关系下的联系同势,记为:

$$S(H)_T = A_l / B_l, A_l / B_l > 1 \quad (11)$$

联系同势表明 2 个集合相同的趋势占优势。

定义 3 在联系度 $\mu_{\text{综}}(w)$ 中,若 $A_l / B_l < 1$, 则称这时的联系势为所论集对 H 中同异关系下的联系异势,记为:

$$S(H)_D = A_l / B_l, A_l / B_l < 1 \quad (12)$$

联系异势表明 2 个集合相异的趋势占优势。

按照黄金分割原理,可以将联系势进一步划分为强同势、同势、弱同势、弱异势、异势 5 级(表 1)。

表 1 同异关系下的联系势等级

Table 1 The connection trend grades under the similarity-difference relationship

等级划分	联系势	A_l, B_l 及其关系
一级	强同势	$A_l > B_l, 0.854 \leq A_l \leq 1$
二级	同势	$A_l > B_l, 0.618 \leq A_l < 0.854$
三级	弱同势	$A_l > B_l, 0.528 \leq A_l < 0.618$
四级	弱异势	$A_l < B_l$, 或 $A_l \geq B_l, 0.382 \leq A_l < 0.528$
五级	异势	$A_l < B_l, A_l < 0.382$

据表 1 可进行联系势测验。一般,测验原则为:若参试品种的联系势处于同一势级,则表明品种差异不明显;若参试品种的联系势处于相同势态(如同势或异势)中的不同势级,则表明品种间差异明显;若参试品种的联系势处于不同势态中,

则表明品种间差异极明显。

由于上述分析方法是根据同一度、差异度以及它们之间的联系势来进行的,所以称这种分析方法为同异联系势分析方法。

1.2 同异联系势分析方法步骤

第一步:确定各个性状的理想值。对于“越大越好”的性状的理想值,一般取 n 个品种各个性状的最大值;对于“越小越好”的性状的理想值,一般取 n 个品种各个性状的最小值;对于“不能太大也不能太小”的性状的理想值,一般取其适中值。这样,各个性状的理想值便构成理想性状集。

第二步:据式(1)~(3)计算待评价品种中各性状 χ_{ik} 与理想性状集中各对应性状值 χ_{ik} 的同一度,构成待评价品种各性状与理想性状的同一度矩阵 P 。

第三步:采用层次分析法^[5]或灰色关联度法^[6],或据专业知识和专家经验确定各性状的权重矩阵 W 。

第四步:据(7)式,计算待评价品种与理想性状集的性状联系矩阵 U 。 U 中的元素 A_i 即第 i 个品种与理想性状集的综合同一度。并按照(9)

式的形式,写出各品种的联系度式。

第五步:据式(10)~(12),计算各品种的联系势值。据 A_i 与 B_i 之间的关系及表 1 中等级划分,确定各品种的联系势,进行联系势测验。

第六步:规定评语集合 $E=($ 优秀,良好,较好,一般,较差)。按照黄金分割原理,将综合同一度中介于 0 与 1 之间的值分割为相应于五种类型的评语值域,即 $0.854 \leq A_i \leq 1$ 为优良级; $0.618 \leq A_i < 0.854$ 为良好级; $0.528 \leq A_i < 0.618$ 为较好级; $0.382 \leq A_i < 0.528$ 为一般级; $A_i < 0.382$ 为较差级。并据上述评语值域和联系势,对各个品种作出优劣评价。

2 应用示例与分析

以 2004 年黄淮流域夏棉区域试验汇总结果(表 2)为例,按照上述分析步骤对 6 个参试品种进行同异联系势分析。试验资料来自中国农业科学院棉花研究所。其中,各性状权重由中国农科院棉花研究所组织相关专家根据多年经验确定,具有相当程度的可靠性。

表 2 2004 年黄淮流域夏棉区域试验结果

Table 2 Results of summer cotton regional test in Huang He and Huai He Valley in 2004

品种	纤维长度/mm	比强度/(cN·tex ⁻¹)	麦克隆值	反射率/%	黄度	皮棉产量/(kg·hm ⁻²)	霜前皮棉/(kg·hm ⁻²)	铃重/g	衣分/%	铃数/(万个·hm ²)	霜前花率/%	生育期/d	枯萎病/%	黄萎病/%
中 501	29.1	28.7	2	74.3	8.0	997.5	921.0	5.14	34.9	74.37	92.3	104	10.5	28.5
邯 2490	29.4	29.0	2	74.3	8.4	1030.5	924.0	4.80	40.2	67.64	89.7	106	1.9	34.8
中 825	30.4	26.6	1	75.9	7.9	1054.5	957.0	5.10	38.5	67.53	90.8	105	8.0	28.0
运早 254(8)	28.5	29.8	1	74.4	8.1	657.0	589.5	5.55	42.2	52.50	89.7	106	11.2	43.2
邯抗 258	26.5	29.0	2	73.4	8.6	1036.5	934.5	4.49	41.3	71.27	90.2	102	2.8	37.9
中棉所 30(CK)	26.8	28.0	2	73.7	9.0	832.5	757.5	5.09	39.2	58.32	91.0	106	1.3	33.5
理想值	30.4	29.8	1	75.9	7.9	1054.5	957.0	5.55	42.2	74.37	92.3	102	1.3	28.0
权重	0.075	0.12	0.075	0.015	0.015	0.105	0.21	0.014	0.014	0.007	0.06	0.04	0.075	0.075

2.1 2004 年黄淮流域夏棉区域试验 6 个棉花品种 16 个性状与理想性状的同一度

据公式(1)~(3),可得

$$P = \begin{bmatrix} 0.9572 & 0.9631 & 0.5 & 0.9789 & 0.9875 & 0.9459 & 0.9624 & 0.9261 & 0.8284 & 1 & 1 & 0.9808 & 0.1238 & 0.9825 & 1 & 1 \\ 0.9671 & 0.9732 & 0.5 & 0.9789 & 0.9405 & 0.9772 & 0.9655 & 0.8649 & 0.9514 & 0.9095 & 0.9718 & 0.9623 & 0.6842 & 0.8046 & 1 & 1 \\ 1 & 0.8926 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0.9189 & 0.9123 & 0.9080 & 0.9837 & 0.9714 & 0.1625 & 1 & 1 & 1 \\ 0.9375 & 1 & 1 & 0.9802 & 0.9753 & 0.6230 & 0.6160 & 1 & 1 & 0.7059 & 0.9718 & 0.9623 & 0.1161 & 0.6481 & 1 & 1 \\ 0.8717 & 0.9732 & 0.5 & 0.9671 & 0.9186 & 0.9829 & 0.9765 & 0.8090 & 0.9787 & 0.9583 & 0.9772 & 1 & 0.4643 & 0.7388 & 0.5 & 0.5 \\ 0.8816 & 0.9396 & 0.5 & 0.9710 & 0.8778 & 0.7895 & 0.7915 & 0.9171 & 0.9282 & 0.7842 & 0.9859 & 0.9623 & 1 & 0.8358 & 0.3333 & 0.3333 \end{bmatrix}$$

由矩阵 P 知,各个品种各性状与理想性状的同一度有大有小。如中 501 公顷铃数、霜前花率、

出苗整齐度和幼苗长势与理想性状的同一度均最大,而衣分的同一度却最小。显然,单凭这些数据很难综合评定各品种的优劣。因此,需计算各品种的综合同一度,对其进行同异联系势分析。

2.2 2004年黄淮流域夏棉区域试验的同异联系势分析

同异联系势分析结果(表3)表明,6个品种的联系势值均大于1,即其综合性状与理想性状之间的关系为联系同势,说明参试品种的整体水平较高。其中,中825、邯2490、中501属于强同势,三者之间无明显差异,为优良品种;邯258、中棉所30、运早254(8)均为同势,三者之间亦无明显差异,而与前三个品种存在明显差异,为良好品

种。而以中825表现最优。该品种综合同一度、联系度、联系势值均最大,联系势为强同势,表明该品种16个性状与理想性状之间的关系最为密切,综合表现最好。田间观察实际状况与这一结论也十分吻合。该品种植株较矮,株型紧凑,苗齐,苗壮,整齐度好,结铃率高,成铃吐絮集中,吐絮畅,易采收,后期叶功能好,早熟不早衰,丰产性好,HVICC标准纤维长度最长,麦克隆值为一,高抗棉铃虫,抗枯萎病,耐黄萎病。由此可见,该品种的确不失为一个难得的高产、优质、抗(耐)病、抗虫的优良品种。其余品种的田间实际表现也与结论相一致。

表3 2004年黄淮流域夏棉区域试验同异联系势分析

Table 3 Analysis of similarity-difference connection trend for summer cotton regional test in Huang He and Huai He Valley in 2004

品种	综合同一度	联系度式	联系度	联系势值	联系势	联系势测验	评语
中825	0.9192	0.9192+0.0808	0.8384	11.38>1	强同势	a	优良
邯2490	0.9012	0.9012+0.0988	0.8024	9.12>1	强同势	a	优良
中501	0.8695	0.8695+0.1305	0.7385	6.66>1	强同势	a	优良
邯抗258	0.8268	0.8268+0.1732	0.6536	4.77>1	同势	b	良好
中棉所30(CK)	0.7932	0.7932+0.2068	0.5864	3.84>1	同势	b	良好
运早254(8)	0.7765	0.7765+0.2235	0.5530	3.47>1	同势	b	良好

2.3 同异联系势分析方法的可行性分析

为进一步论证同异联系势分析方法的可行性,分别采用模糊综合评判^[6]、灰色多维综合评

估^[7]两种较常见的综合分析方法,对试验结果进行了分析,并与同异联系势分析方法进行比较(表4)。

表4 三种分析方法结果

Table 4 Comparison among the results of three analysis methods

品种	同异联系势分析			灰色多维综合评估			模糊综合评判		
	综合同一度	排序	评语	综合评判值	排序	评语	最大隶属度值	排序	评语
中825	0.9192	1	优良	0.9172	1	优良	0.9191	1	优良
邯2490	0.9012	2	优良	0.8585	2	优良	0.9044	2	优良
中501	0.8695	3	优良	0.8550	3	优良	0.8687	3	优良
邯抗258	0.8268	4	良好	0.7881	4	良好	0.8460	4	良好
中棉所30(CK)	0.7932	5	良好	0.7326	6	良好	0.8343	5	良好
运早254(8)	0.7765	6	良好	0.7505	5	良好	0.7755	6	良好

显然,同异联系势分析与模糊综合评判方法排序与评语结果完全相同,与灰色多维综合评估方法分析结果也基本一致,只是在中棉所30与运早254(8)的排序上稍有差异。这就说明,同异联系势分析用于综合评估品种优劣是切实可行的。

3 小结与讨论

与模糊综合评判、灰色多维综合评估方法相比较,同异联系势分析方法具有如下特点与优势:①运算简便,容易掌握。②获取信息量大。一般说来,在具体分析过程中,采用灰色多维综合评估方法,仅能获取综合关联度的信息,采用模糊综合

评判方法,仅能获取综合隶属度的信息。而采用同异联系势分析则可获取更多的信息。譬如综合同一度可反映综合性状与理想性状之间的吻合程度;综合差异度可表示综合性状与理想性状之间的相异程度;联系度式可直观表达综合同一度与综合差异度之间的相互关系;联系度可体现综合性状与理想性状之间的联系程度;联系势则可表明品种综合性状与理想性状相同(或相异)的趋势,这样,多方面、多角度的考察,便使得品种的评价更加全面、客观。

应当指出的是,联系势测验与通常统计意义上的显著性测验不同。这一点,在应用时应加以注意。

综上所述,在综合评价品种方面,同异联系势分析方法具有独特之处,因此建议在品种区域试验分析中加以应用。

参考文献:

- [1] 喻树迅. 我国短季棉 50 年产量育种成效研究与评价[J]. 棉花学报, 2005, 17(4): 232-239.
- [2] 王福亭, 郭瑞林. 农业试验设计与统计分析[M]. 北京: 农村读物出版社, 1993.
- [3] 朱 军, 许馥华, 赖鸣冈. 作物品种区域试验非平衡资料的分析方法[J]. 浙江农业大学学报, 1993, 19(1): 7-13.
- [4] 金文林. 中长期滚动式品种比较试验非平衡数据的秩次分析法[J]. 作物学报, 2001, 27(6): 946-952.
- [5] 郭瑞林. 农业模糊学[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1991: 91-125.
- [6] 郭瑞林. 作物灰色育种学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995: 202-272.
- [7] 郭瑞林. 小麦品种区域试验的联系势测验及其应用[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(1): 63-65.
- [8] 郭瑞林, 陈现臣. 品种区试的四元联系数多因素态势排序分析法[J]. 农业系统科学与综合研究, 2003, 19(3): 218-222.
- [9] 赵克勤. 集对分析及其初步应用[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000: 9-43. ●